

ANATOMÍA COMPARADA DE LA EPIDERMIS FOLIAR EN EL GRUPO DE ESPECIES *SOLANUM SESSILE*, DE LA SECCIÓN *GEMINATA* (SOLANACEAE)

Carmen Benítez de Rojas y Chiara Berlingieri

*Universidad Central de Venezuela
Facultad de Agronomía, Instituto de Botánica Agrícola
Prolongación Avenida 19 de Abril,
Área Universitaria, Apartado Postal 4579
Maracay, Edo. Aragua, VENEZUELA
cbenitez@telcel.net.ve berles@cantv.net*

RESUMEN

Se estudian y describen las características de la epidermis foliar en ambas superficies, de los taxones del Grupo de especies *Solanum sessile*, representados en Venezuela a saber: *Solanum chlamydogynum* Bitter, *S. obovalifolium* Benítez, *S. oppositifolium* Ruiz & Pav., *S. sessile* Ruiz & Pav., *S. triste* Jacq. y *S. turgidum* S. Knapp. Se utilizaron segmentos de aproximadamente 1 cm² de la porción media de hojas secas (especímenes de herbario) o frescas y fijadas en FAA al 70%. Fueron aplicadas técnicas anatómicas convencionales para macerado y tinción. Se evalúan las siguientes variables: presencia, tipo, dimensiones y ubicación de estomas; presencia, tipo, longitud, ubicación y densidad de tricomas; forma y grosor de la pared de las células epidérmicas normales e índice estomático. Los resultados muestran diferencias en algunas de las características anatómicas consideradas, especialmente las referidas a los tipos tricómicos y a la ubicación de estomas. Dichos resultados se comparan y han permitido la separación de las especies mediante una clave.

ABSTRACT

Epidermal characteristics of leaf blades were studied and described from taxa belonging to the species Group containing *Solanum sessile* represented in Venezuela by the following species: *Solanum chlamydogynum* Bitter, *S. obovalifolium* Benítez, *S. oppositifolium* Ruiz & Pav., *S. sessile* Ruiz & Pav., *S. triste* Jacq. and *S. turgidum* S. Knapp. Middle portions of leaf blades were sampled from herbarium specimens and from fresh plant material fixed in FAA 70%. Conventional anatomical procedures for macerations and staining were used. The following criteria were evaluated: presence, type, dimension and location of stomata; presence, type, length, location and density of trichomes; shape and thickness of the wall of normal epidermal cells, and stomatal index. Results show there are differences in some anatomical characteristics between species especially with regards to trichome types and the location of stomata. These characteristics can be used to identify collections of *Solanum* to the species level. A key to the species of *Solanum* section *Geminata* using these characters is presented.

La Sección *Geminata* del género *Solanum* con 122 especies acomodadas en 16 grupos (Knapp 2002), es una de las secciones dentro del género con mayor número de especies, localizadas principalmente en regiones tropicales de América del Sur y con unas pocas especies representadas en el Viejo Mundo; en Venezuela están presentes 34 especies constituyendo el 23% del total mundial

y el 32% del total de especies del género *Solanum* en Venezuela (105). Dichas especies están ampliamente distribuidas, principalmente en selvas húmedas primarias de los pisos meso y microtémicos y en selvas semidecíduas y secundarias de los pisos macrotémicos (Knapp 2002).

Las especies que conforman esta sección exhiben caracteres morfológicos, que en términos generales pueden ser utilizados para el reconocimiento de las mismas como miembros de la sección; tales son su condición de arbustos o árboles, inflorescencias características del tipo cimbras helicoidales naciendo opuestas o alternas a una hoja que puede ser geminada o no. La importancia taxonómica de caracteres anatómicos foliares ha sido ampliamente reconocida por muchos investigadores (Solereder 1908; Metcalfe y Chalk 1950; Carlquist y Holt 1961).

Entre dichos caracteres, los estomas que varían en forma, número, orientación y arreglo de las células subsidiarias que los rodean, han desempeñado un papel importante en los procesos evolutivos de las especies vegetales, desde el punto de vista anatómico y taxonómico, lo cual ha justificado su estudio por líneas diferentes y en diversas familias, como lo indicado por Ahmad (1964) quien realizando estudios epidérmicos en 28 especies pertenecientes al género *Solanum*, encontró mayor frecuencia estomática en especies de dicho género comparado con otros géneros, reportando anomalías estomáticas en algunas especies tales como en: *S. macranthum* Dunal, *Solanum nigrum* L., y *Solanum decorticans* Sendtn.

En 1979 Bessis y Guyot estudiaron estomas en miembros de algunas tribus de las Solanaceae, concluyendo que la distribución de tipos de estomas puede ser utilizada para establecer divisiones sistemáticas y sugerir relaciones filogenéticas entre los miembros de dicha familia. Rashid y Beg (1989) elaboraron una clave foliar, como herramienta taxonómica, para algunas especies de la familia Solanaceae, en la que incluyeron características de estomas y tricomas. También los tipos tricómicos así como su densidad y frecuencia, han sido de alto valor diagnóstico para la definición de las especies, carácter que ha sustentado la clasificación infragenérica dentro de *Solanum* establecida por Seithe (1962, 1979). Dada la utilidad de los caracteres anatómicos foliares como rasgos de valor diagnóstico, en el presente trabajo se estudian y describen las características de la epidermis foliar en ambas superficies, de los taxones del Grupo de especies *Solanum sessile* representados en Venezuela a saber *Solanum chlamydogynum* Bitter, *S. obovalifolium* Benítez, *S. oppositifolium* Ruiz & Pav., *S. sessile* Ruiz & Pav., *S. triste* Jacq. y *S. turgidum* S. Knapp. Los caracteres evaluados y los resultados obtenidos se comparan intentando extraer información anatómica destacable entre las especies.

MATERIALES Y METODO

El material estudiado procede de colecciones de herbario y de aquel fresco fijado

en FAA, según como se enumera en el Anexo 1. Se utilizaron segmentos de aproximadamente 1 cm² de la porción media de hojas pertenecientes a exsiccatas del Herbario Victor Manuel Badillo, Universidad Central de Venezuela (MY) o fijadas directamente en FAA al 70% (Formalina, ácido acético glacial, etanol 70%). En el primer caso, previo al estudio anatómico, las secciones de hoja fueron hidratadas sumergiéndolas en agua hirviente por 5-10 min. Para estudiar las características de la epidermis foliar, se realizaron macerados de la porción media de la lámina, colocando segmentos de aproximadamente 1 cm² (que incluyeran nervaduras) en una solución de hipoclorito de sodio 5,25% (cloro comercial) o en ácido nítrico 5%-ácido crómico 5% (1:1), en una estufa a 56-58° C. Luego se realizó un lavado profuso de la epidermis con agua destilada y se tiñó con azul de toluidina acuosa 0.5%, para finalmente montarla en agua-glicerina (1:1). Las láminas se observaron y fotografiaron con un microscopio binocular marca Leitz. Además, se realizaron algunas mediciones con la ayuda de un ocular micrometrado. La caracterización cualitativa y cuantitativa se ha obtenido mediante el análisis de las siguientes variables: Presencia, tipo, dimensiones y ubicación de estomas; presencia, tipo, longitud, ubicación y densidad de tricomas; forma y grosor de la pared de las células epidérmicas normales, etc. Además se determinó el índice estomático (I.E) mediante la siguiente fórmula establecida por Salisbury (1927)

$$\text{I.E} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de estomas (S)}}{\text{n}^\circ \text{ de estomas (S) + n}^\circ \text{ de células epidérmicas (E)}} \times 100$$

RESULTADOS

Solanum chlamydogynum Bitter

Las células de la epidermis adaxial tienen contornos poligonales (Fig. 1) y paredes celulares ligeramente engrosadas, mientras que las de la epidermis abaxial poseen contornos poligonales a ligeramente ondulados y paredes delgadas (Fig. 2). Hoja anfiestomática; estomas de la epidermis adaxial principalmente del tipo anisocíticos (largo 25,03 μm y ancho 14,67 μm), ubicados próximos y sobre las nervaduras (Fig. 1), aunque pueden aparecer algunos aislados en la lámina. En la epidermis abaxial los estomas son con mayor frecuencia anisocíticos (I.E.= 19,78-22,51); largo 19,27-23,2 μm y ancho 14,83-17,2 μm). Presencia de tricomas protectores y glandulares en ambas epidermis. En la epidermis adaxial, los tricomas protectores aparecen simples y ramificados sobre la lámina y nervaduras en muy baja densidad (0,22/mm²); los protectores simples son multicelulares uniseriados con ápice agudo y con longitud y número variable de células. Los protectores ramificados (multicelulares) en su mayoría tienen dos ramas que emergen al mismo nivel (una más desarrollada que la otra), aunque también se observan con mayor cantidad de ramas. En la epidermis

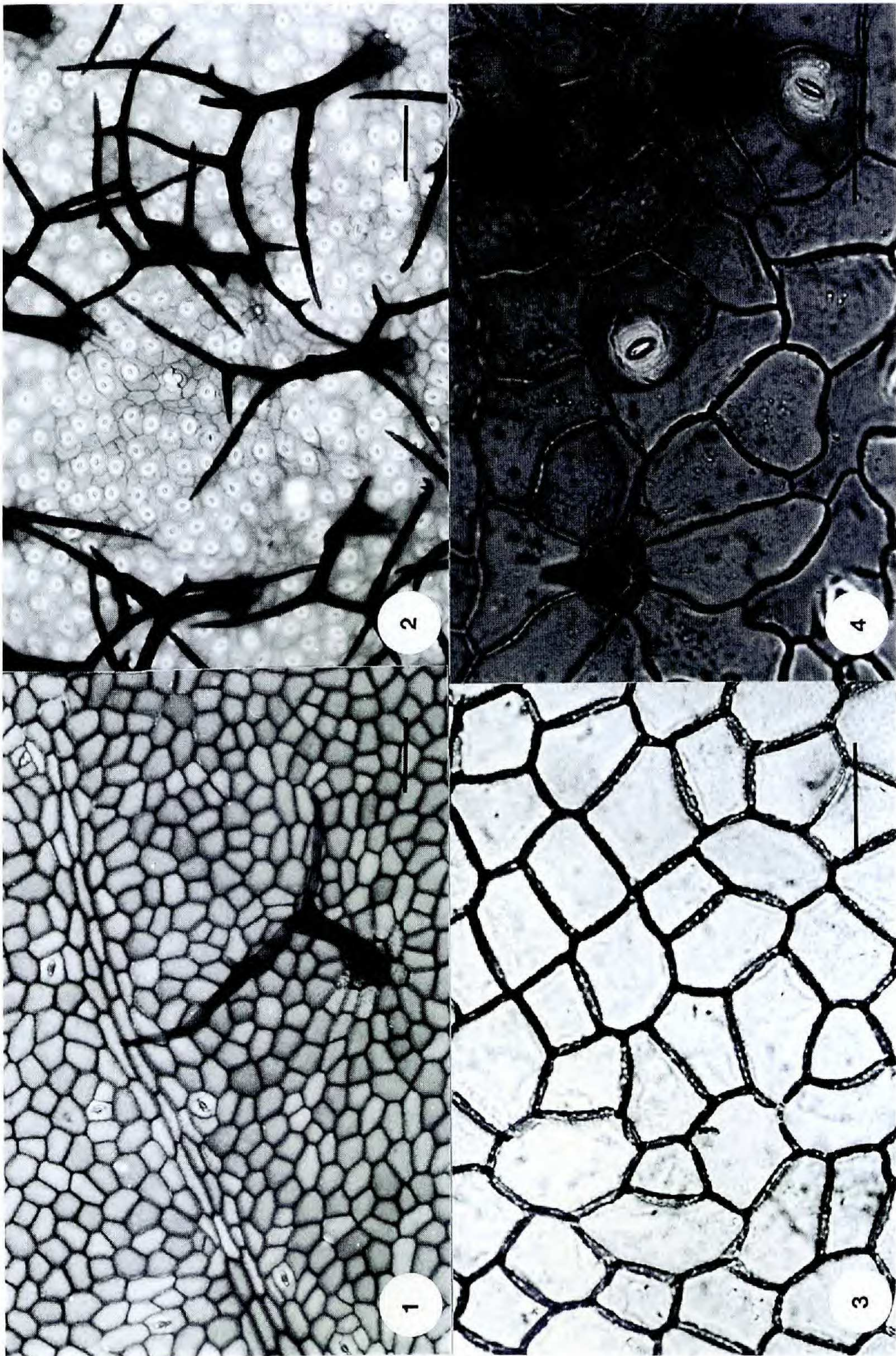
Anexo 1. Relación del material garante utilizado para el estudio anatómico.

Colector	N° colección y herbario de depósito	Especie	Localización geográfica	Condición del Material
Ruiz Zapata, Thirza. et al.	4568 MY	<i>S. chlamydogynum</i>	Edo. Aragua- Municipio Tovar. Selva nublada	De herbario
Benítez de Rojas C.E. et al.	6193 MY	<i>S. chlamydogynum</i>	Edo. Aragua- Municipio Tovar. Selva nublada	FAA 70%
Badillo, Víctor M.	3848 MY	<i>S. obovalifolium</i>	Edo. Aragua- Municipio M.B. Iragorry. Selva nublada	De herbario
Benítez de Rojas C.E. et al.	4908 MY	<i>S. obovalifolium</i>	Edo. Aragua- Municipio M. B. Iragorry. Selva nublada	De herbario
Morillo, G. y M. Hasegawa	5132 MY	<i>S. oppositifolium</i>	Edo. Amazonas- MunicipioAtures. Selva húmeda macrotérmica	De herbario
Benítez de Rojas C.E. et al.	2401 MY	<i>S. sessile</i>	Edo. Mérida- Municipio Arzobispo Chacón. Selva nublada	De herbario
Benítez de Rojas C.E. et al.	805 MY	<i>S. triste</i>	Edo. Sucre.-Distrito Montes. Selva nublada	De herbario
Knapp, S. et al.	6763 MY	<i>S. turgidum</i>	Edo. Sucre-Península de Paria. Selva nublada	De herbario

abaxial, los tricomas protectores son todos multicelulares ramificados (Fig. 2) y se encuentran en una alta densidad sobre lámina y nervaduras (8,84–15,94/mm²); los mismos son de mayor tamaño que los de la epidermis superior y generalmente tienen dos ramas principales que emergen a un mismo nivel, las que luego se ramifican en un número variable de ramas de orden mayor (Fig. 2). Los tricomas glandulares en las dos epidermis son multicelulares simples (D adaxial= 2,39/ m²; D abaxial= 1,47–2,78/ mm²), no distinguiéndose claramente el número de células que los conforman.

***Solanum obovalifolium* Benítez**

La epidermis adaxial presenta células con contornos poligonales, de paredes ligeramente engrosadas (Fig. 3), mientras que la abaxial está formada por células de paredes ligeramente onduladas y más delgadas. Hoja hipostomática (I.E.= 7,73–12,5); estomas con mayor frecuencia del tipo anisocíticos, aunque también se observan diacíticos (largo 19,5–20,1 µm y ancho 16,4–16,5 µm). En la epidermis adaxial se observan tricomas glandulares. En la epidermis abaxial están presentes tricomas protectores y glandulares, con una densidad de 3,27 y 4,75–7,2/ mm² respectivamente. Los primeros son simples, cortos y unicelulares (Fig. 4) y los segundos son simples, cortos, multicelulares uniseriados; sin embargo, no fue posible distinguir el número de células que lo conforman.



Figs. 1–4. *Solanum chlamydogynum* Figs. 1–2. 1. Epidermis adaxial 100 \times . Obsérvese estomas próximos a las nervaduras, forma de las células epidérmicas normales y tricoma protector ramificado. 2. Epidermis abaxial 100 \times . Véase tricomas protectores ramificados y forma de las células epidérmicas normales. *Solanum obovalifolium* Figs. 3–4. 3. Epidermis adaxial 400 \times . 4. Epidermis abaxial 400 \times . Nótese tricoma protector simple unicelular. Barra de escala: Figs. 1–2 = 100 μ m; Figs. 3–4 = 10 μ m

Ha sido indicado (Metcalf y Chalk 1979), que el tricoma glandular es de naturaleza delicada, por lo que éstos son mejor detallados en material vivo o en especímenes tratados mediante secado por punto crítico.

Solanum oppositifolium Ruiz & Pav.

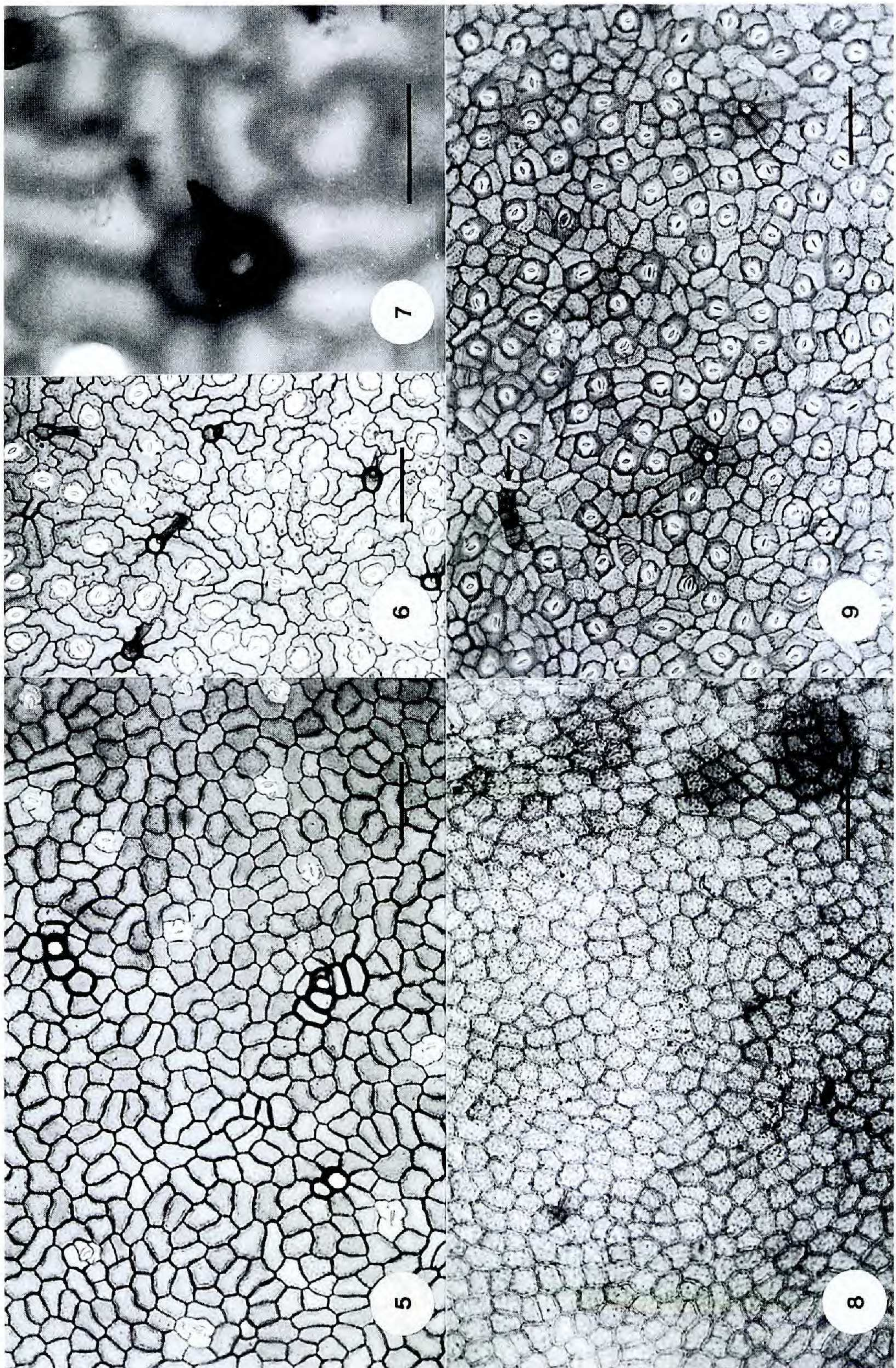
La epidermis adaxial presenta células epidérmicas normales con contornos poligonales a ligeramente ondulados y paredes celulares ligeramente engrosadas, mientras que la epidermis abaxial está formada por células con contornos ondulados y paredes relativamente delgadas. Hoja anfiestomática (I.E. superior 4,01; I.E. inferior 13,69); estomas del tipo anisocíticos en ambas epidermis (Fig. 5), siendo de largo 25,37 μm y ancho 15 μm en epidermis adaxial y de largo 24,37 μm y ancho 18,5 μm en la epidermis abaxial. Presencia de tricomas en ambas epidermis. En la superior todos se encuentran desprendidos, observándose únicamente las células basales ($D=0,83/\text{mm}^2$), por lo que se hace necesario repetir el procedimiento con una maceración más suave. Sobre las nervaduras se observan tricomas protectores simples, cortos y unicelulares. En la epidermis inferior se encuentran en mayor frecuencia tricomas glandulares alargados, de forma columnar, ubicados en toda la lámina ($D=2,43/\text{mm}^2$) y sobre nervaduras; la parte inferior de este tricoma se tiñe intensamente con el azul de toluidina (Figs. 6,7). Ubicados principalmente sobre las nervaduras o próximos a ellas, se encuentran tricomas protectores cortos unicelulares, aunque en ocasiones pueden observarse sobre la lámina.

Solanum sessile Ruiz & Pav.

La epidermis adaxial está constituida por células de contornos poligonales y paredes celulares relativamente gruesas (Fig. 8), mientras que la abaxial tiene células epidérmicas normales con contornos poligonales y paredes ligeramente engrosadas, pero más delgadas que la epidermis superior (Fig. 9). Ambas epidermis presentan ornamentaciones a manera de papilas en la cutícula, siendo éstas con mejor definición en la epidermis superior (Fig. 8). Hoja anfiestomática; estomas de la epidermis adaxial únicamente presentes en muy baja frecuencia sobre las nervaduras principales o muy cerca de éstas (largo 29,67 μm y ancho 11,78 μm). Estomas de la epidermis abaxial principalmente del tipo anisocítico (Fig. 9) (I.E: 13,37; largo 23,1 μm y ancho 14,6 μm). Presencia de tricomas glandulares simples, multicelulares uniseriados, robustos, ubicados sobre la lámina y nervaduras de ambas epidermis (Fig. 9) (D adaxial =0,82/ mm^2 y D abaxial =4,4/ mm^2).

Solanum triste Jacq.

Células epidérmicas normales, de la epidermis adaxial, con contornos ligeramente ondulados y paredes relativamente delgadas. En la epidermis abaxial, las células tienen contornos ondulados y paredes delgadas (Fig. 11). Hoja anfiestomática; epidermis superior con estomas principalmente anisocíticos



FIGS. 5-9. *Solanum oppositifolium* FIGS. 5-7. 5. Epidermis adaxial 100 \times . Nótese la presencia de estomas en la lámina. 6. Epidermis abaxial 100 \times . Vista general. 7. Detalle de tricoma protector simple unicelular 400 \times . *Solanum sessile* FIGS. 8-9. 8. Epidermis adaxial 100 \times . 9. Epidermis abaxial 100 \times . Nótese el tricoma glandular simple (indicado con flecha). Barra de escala: Figs. 5-6, 8-9= 100 μ m; Fig. 7=10 μ m

próximos a las nervaduras (Fig. 10) (largo 22,77 μm y ancho 15,07 μm) y epidermis inferior con estomas en su mayoría anisocíticos (Fig. 11) (largo 24,67 μm y ancho 18,43 μm) ubicados en la lámina (I. E. = 14,73). Tricomas protectores y glandulares presentes en ambas epidermis sobre la lámina y nervaduras. Los primeros son de dos tipos, simples cortos, multicelulares uniseriados (Fig. 10 y 12) y ramificados cortos (multicelulares, con ramas cortas cercanas a la base), siendo este último tipo de tricoma más ramificado en la epidermis inferior (Fig. 12). La densidad de los tricomas protectores fue de 6,08/ mm^2 en la superficie adaxial y 13/ mm^2 en la superficie abaxial. Los tricomas glandulares son simples cortos, multicelulares uniseriados ($D=1,26/\text{mm}^2$ en ambas epidermis).

Solanum turgidum S. Knapp

Células epidérmicas normales de la epidermis adaxial con contornos poligonales a ligeramente ondulados y paredes relativamente delgadas (Fig. 13), mientras que las de la epidermis inferior tienen contornos medianamente ondulados y paredes delgadas (Fig. 14). Hoja anfiestomática; estomas principalmente del tipo anisocítico, los de la epidermis adaxial ubicados próximos o sobre las nervaduras (Fig. 13) (largo 20,53 μm y ancho 13,3 μm), muy aisladamente se encuentran estomas dispersos sobre la lámina (Fig. 13). Los estomas de la epidermis abaxial se encuentran en mediana densidad sobre toda la lámina (Fig. 14) (I.E. 11,37; largo 19,57 μm y ancho 14,8 μm). Presencia de tricomas glandulares en ambas epidermis. En la superior, los mismos se encuentran colapsados, dispersos en toda la lámina ($D=0,33/\text{mm}^2$). En la cara abaxial se observan constituidos por pie unicelular y cabeza formada por varias células ($D=1,1/\text{mm}^2$). En esta misma epidermis, sobre las nervaduras principales se observan tricomas protectores simples, cortos unicelulares. El pie unicelular del tricoma glandular se tiñe más intensamente con el colorante, lo que dificulta su observación.

CLAVE DE LAS ESPECIES

1. Tricomas únicamente glandulares _____ **Solanum sessile**
1. Tricomas protectores y glandulares
 2. Tricomas protectores siempre simples y cortos en la epidermis abaxial.
 3. Hoja hipoestomática _____ **Solanum obovalifolium**
 3. Hoja anfiestomática.
 4. Estomas en la epidermis adaxial ubicados en toda la lámina _____ **Solanum oppositifolium**
 4. Estomas de la epidermis adaxial sólo próximos a/o sobre las nervaduras _____ **Solanum turgidum**
 2. Tricomas protectores ramificados, excepcionalmente simples en la epidermis abaxial.
 5. Tricomas con ramas cortas. Paredes celulares onduladas en la epidermis abaxial _____ **Solanum triste**
 5. Tricomas con ramas largas. Paredes celulares poligonales a ligeramente onduladas en la epidermis abaxial _____ **Solanum chlamydogynum**



Figs. 10–14. *Solanum triste* Figs. 10–12. 10. Epidermis adaxial 400 \times . Nótese estomas cercanos a la nervadura y tricoma protector simple. 11. Epidermis abaxial 400 \times . Obsérvese paredes celulares onduladas. 12. Detalle de tricoma protector ramificado corto 400 \times . *Solanum turgidum* Figs. 13–14. 13. Epidermis adaxial. 100 \times . Vista frontal en donde se observan estomas en la nervadura. 14. Epidermis abaxial 400 \times . Vista general. Barra de escala: Figs. 10–12, 14= 10 μ m; Fig. 13= 100 μ m.

CONCLUSIONES

Rasgos del sistema dérmico representan caracteres útiles para la caracterización de las hojas en especies de *Solanum* sección *Geminata*, pudiendo ser de ayuda en la identificación de especies, lo cual ha sido indicado para otros géneros de Solanaceae (De Pasquale et al. 1991). El tipo de hoja según la ubicación de los estomas en ambas epidermis además de su distribución bien sea en la lámina o cerca de las nervaduras, representan caracteres de valor diagnóstico para las especies estudiadas. Respecto a la ubicación de los estomas, este rasgo permitió diferenciar las especies, no así el tipo de estoma ya que se evidenció similitud en todas las especies estudiadas. Los tricomas hasta ahora observados, básicamente protectores, son de valor para la diagnosis de las especies, carácter que ha sustentado la clasificación infragenérica dentro de *Solanum* (Seithe 1962, 1979). Aunque la mayoría de los tricomas glandulares se colapsan con la metodología utilizada en este estudio, no se consideró realizar un examen más detallado de ellos, ya que vistos al microscopio óptico son muy similares en todas las especies. Caracteres cuantitativos como densidad y longitud de tricomas reflejan variación condicionada por el ambiente y edad de la planta y raramente pueden ser usados para diferenciaciones taxonómicas (Metcalf y Chalk 1950); por lo que dichos caracteres se han considerado como rasgos complementarios a la caracterización de las especies. El reconocimiento anatómico de la epidermis foliar como una fuente de evidencias taxonómicas ha permitido separar las especies mediante una clave.

AGRADECIMIENTO

Al Fondo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas por el financiamiento de esta investigación con base en el proyecto FONACIT SI-98002242.

REFERENCIAS

- AHMAD, K.J. 1964. Epidermal studies en *Solanum*. *Lloydia* 27:243–250.
- BESSIS, J. and M. GUYOT. 1979. An attempt to use stomatal characters in systematic and phylogenetic studies of Solanaceae. In: J.G. Hawkes, R.N. Lester and A.D. Skelding, eds. *The biology and taxonomy of the Solanaceae*. Academic Press. Pp. 321–328.
- CARLQUIST, S.R. and W. HOLT. 1961. *Comparative Plant Anatomy*. Claremont, California. Pp. 146.
- DE PASQUALE, A., M.P. FASULO, A.M. FORESTIERI, S. RAGUSA y G. TUMINO. 1991. A Survey of foliar features of the genus *Datura* (Solanaceae), Section *Dutra*. *Plantes médicinales et phytothérapie*. 25(1): 23–31.
- KNAPP, S. 2002. *Solanum* section *Geminata* (Solanaceae). *Flora Neotropica Monograph* 84: 1–404.

- METCALFE, C.R. and L. CHALK. 1950. Anatomy of the dicotyledons Vol. I, Clarendon Press, Oxford. Pp. 965–978.
- METCALFE, C.R. and L. CHALK. 1979. Anatomy of the dicotyledons Vol. I, Clarendon Press, Oxford. Second edition. Pp. 63–75.
- RASHIB, A. and A.R. BEG. 1989. A foliar key to the family Solanaceae. Pakistan J. Forest. 39: 107–111.
- SALISBURY, E.J. 1927. On the causes and ecological significance of stomatal frequency, with special reference to the woodland flora. Phil. Trans. Roy. Soc. London 216:1–65.
- SEITHE, A. (NÉE VON HOFF). 1962. Die haararten der gattung *Solanum* L. und ihre taxonomische Verwertung. Bot. Jahr. Syst. 81:261–336.
- SEITHE, A. (NÉE VON HOFF). 1979. Hair types as taxonomic characters in *Solanum*. In: J.G. Hawkes, R.N. Lester and A.D. Skelding, eds. The biology and taxonomy of the Solanaceae. Academic Press. Pp. 307–319.
- SOLEREDER, H. 1908. Systematic anatomy of the dicotyledons Vol. 1 y 2. Clarendon Press, Oxford. Pp. 1183.